

# 铜基营养保护剂对苹果生长及果实品质的影响

刘 备<sup>1</sup>, 马 强<sup>2</sup>, 孙 瑶<sup>1</sup>, 徐 睿<sup>1</sup>, 张 民<sup>1</sup>

(1. 土壤资源高效利用国家工程实验室, 国家缓控释肥工程技术研究中心, 山东农业大学 资源与环境学院, 山东 泰安 271018; 2. 德州市农业科学研究院, 山东 德州 253000)

**摘 要:**以铜基营养保护剂(CBN1)、含铁铜基营养保护剂(CBN2)、含硼锌铜基营养保护剂(CBN3)为试材,与传统波尔多液进行大田对比试验,研究了3种铜基营养保护剂(CBN)对苹果生长和果实品质的影响。结果表明:较之传统波尔多液(CBM),3种铜基营养保护剂的防病效果与其相当且没有造成果实减产及品质降低,但显著降低了铜在叶片和果实中的含量。含铁铜基营养保护剂(CBN2)和含硼锌铜基营养保护剂(CBN3)分别在果树不同生育时期及时供给植株所需的铁和锌,同时增加果实中铁和锌的含量。因此,依据果树生长发育时期不同,配合使用不同的铜基营养保护剂可以有效的替代传统波尔多液。

**关键词:**铜基营养保护剂;传统波尔多液;苹果;品质;微量元素

**中图分类号:**S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)23-0015-04

以传统波尔多液为代表的铜基杀菌剂在果园的使用已经有百余年的历史,多年来对病菌的防治效果并无较大减退,由于其对人畜无害,此类杀菌剂至今仍然在世界各地大面积使用,但近年来也暴露出许多不足之处,如配制方法繁琐、使用不便、药剂悬浮性较差、不能与大多数有机农药混用,药剂喷施后,在叶面和果面上留有大量药斑,影响植株叶面的光合作用及果实的外观和品质等<sup>[1]</sup>。

铁、硼、锌都是果树生长发育所必需的微量营养元素。植物缺铁会出现新叶失绿黄化甚至枯死以及造成果树根系有机酸的积累<sup>[2]</sup>,而缺硼会抑制果树的生长发育,尤其是生殖器官发育受阻,出现结实率低,果实小,畸形等不良症状。多年生果树对锌也比较敏感,如柑橘、葡萄、桃和苹果等,果实缺锌既影响叶片生长和光合作用<sup>[3]</sup>,又影响枝条正常伸长,使节间变得很短,例如苹果因缺锌导致小叶病等,同时缺锌对果实品质的影响也较大。而部分果园由于当地土壤特性和气候条件的限制,以及常年不合理的使用化学肥料等原因造成了部分微量营养元素的缺失<sup>[4]</sup>,从而影响了果树的正常生长

发育。

根据植株缺素的发生原因及微量元素有效性提高的机理,山东农业大学研发生产出了含有不同微量元素的铜基营养保护剂<sup>[5]</sup>,即在传统波尔多液有效铜基成分配比的基础上,适量加入果树所需的有效态微量营养元素,配合相关助剂,浓缩而成,使其在具有传统波尔多液的杀菌防治效果的同时,也具有矫治果树缺素症状的能效。为了验证此制剂在果树上的应用效果,该研究在大田果园进行了效果对比试验,目的在于明确新型铜基营养保护剂替代传统波尔多液的防病效果以及对于果树缺素症状的矫治效果。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

田间试验地点设在山东省威海市高区东北村,供试果树为15 a生短枝“红富士”苹果,选择树势均匀、生长一致的果树共36株。3种新型铜基营养保护剂均由山东农业大学土壤资源高效利用国家工程实验室研制生产,为袋装粉剂,使用浓度为1:500倍,传统波尔多液自行配制为硫酸铜:生石灰:水的重量比为1:2:200,现用现配。

### 1.2 试验方法

试验共设4个处理,处理1:铜基营养保护剂(CBN1),处理2:含铁铜基营养保护剂(CBN2),处理3:含硼锌铜基营养保护剂(CBN3),处理4:传统波尔多液(CBM)CK,每3株果树为1个处理,每处理3次重复,6月16日、7月16日、8月12日共3次喷施制剂,喷施标准为果树叶片均匀湿润且制剂不下滴,10月15日收获

**第一作者简介:**刘备(1988-),男,山东章丘人,在读博士,研究方向为土壤环境化学。E-mail:liubei19881012@126.com.

**责任作者:**张民(1958-),男,教授,现主要从事土壤肥料方面的研究工作。E-mail:minzhang-2002@163.com.

**基金项目:**国家“十二五”科技支撑计划资助项目(2011BAD11B01; 2011BAD11B02);国家“十二五”“948”重点资助项目(2011-G30);山东省农业科技成果转化资金资助项目(鲁科农字[2010]79号)。

**收稿日期:**2012-08-30

果实。在每次喷施制剂当日之前进行叶片样品采集,每1株果树随机采集长势一致叶片10片,同一处理叶片混合均匀。果实采集,每株果树随即采集果实3~5个,相同处理混合均匀。产量根据实际采摘,以小区计产。

### 1.3 项目测定

叶片和果实全铁、全铜、全锌的测定,使用4:1的硝酸和高氯酸混合消化后原子吸收分光光度计(日本岛津型号 AA7000)测定;叶绿素含量用 SPAD502 叶绿素仪测定;全量 N、P、K 用  $H_2SO_4-H_2O_2$  消煮法测定;氮用蒸馏法测定;磷用比色法测定;钾用火焰光度计法测定;鲜果维生素 C 用 2,6-二氯酚酚滴定法测定;果实可溶性糖用蒽酮比色法测定<sup>[6]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 铜基营养保护剂对“红富士”果实产量的影响

由图1可知,经过铜基营养保护剂与传统波尔多液的喷施,4个处理每小区的“红富士”产量在150~165 kg,但各处理间差异不显著,3种铜基营养保护剂和传统波尔多液相比,并没有对“红富士”产量产生显著影响。因此,喷施铜基营养保护剂并不会造成“红富士”的减产。

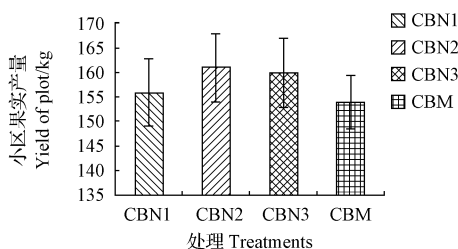


图1 不同处理对“红富士”果实产量的影响

Fig. 1 The effect of different treatments on fruit yield of 'Red Fuji'

### 2.2 铜基营养保护剂对“红富士”果树的病情防护

经过一季的生长观察与病情统计<sup>[7]</sup>,喷施3种不同铜基叶面保护剂的果树与喷施传统波尔多液的果树叶片均无明显发病迹象,说明该试验所用3种铜基叶面保护剂对“红富士”苹果的叶片病情防护都达到了与传统波尔多液相同的效果。并且所有果树均未出现明显的缺素症状,因此并不能从表征上证明新型铜基叶面保护剂对“红富士”果树缺素症的缓解和矫正作用。

### 2.3 铜基营养保护剂对“红富士”果树叶绿素含量的影响

已有研究表明,植物叶绿素含量与叶绿素仪读数有着较好的相关性,可以用于表征植物叶绿素的含量<sup>[8]</sup>。在叶细胞中约70%的铜结合在叶绿体中<sup>[8]</sup>,铜供应充足时,叶片生长旺盛。铁是叶绿素合成所必需的微量元素,因此有研究认为,叶绿素的含量与植株组织内铁元素含量有较好的正相关<sup>[9-10]</sup>。CBM与其它处理相

比,铜含量较大,而 CBN2 内含有部分铁元素,由图2可知,在叶片生长发育旺盛时期,各处理之间并没有出现显著差异。而硼可以促进叶片生长发育,锌参与光合作用,且硼、锌均可以促进果实发育,因此在果实发育时期 CBN3 的叶绿素含量也较高,此阶段 CBN1 叶绿素含量较其它3处理低4.9%~6.9%,且达到了显著水平。而且在果实成熟收获时期,由于硼、锌对果实发育的促进作用,CBN3 叶绿素含量处于较高水平。

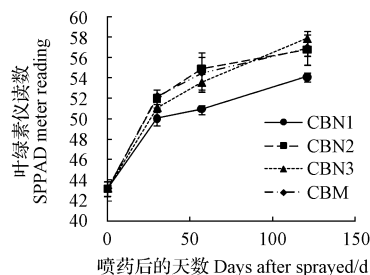


图2 不同处理对“红富士”果树叶片叶绿素含量的影响

Fig. 2 Effect of different treatments on chlorophyll content of 'Red Fuji' apple leaves

### 2.4 铜基营养保护剂对“红富士”果实品质的影响

喷施铜基营养保护剂的处理与传统波尔多液相比并没有造成显著的单果重和可溶性糖降低(表1)。姚延涛等<sup>[11]</sup>研究表明,抗坏血酸氧化酶含有铜,导致铜和果实内维生素C含量具有一定的相关性,因此铜含量较高的CBM的维生素C含量较CBN1和CBN2高30.2%和47.5%,达到了显著水平,而硼锌都参与果实的生长和发育,因此CBN3也较CBN2高25.9%,且达到了显著水平。同时,含有高量铜的CBM处理的果实可溶性糖含量并未显著低于其它处理。但也有研究表明,不同微量元素营养对“红富士”果实可溶性糖有一定的影响<sup>[12]</sup>,因此,常年喷施CBM也可能会导致“红富士”果实可溶性糖降低。

表1 不同铜制剂处理对果实品质的影响

Table 1 Effects of different treatments on quality of apple fruits

处理 Treatments	单果重 Fresh weight per fruit/g	维生素C含量 Content of VC /mg · (100g) <sup>-1</sup>	可溶性糖含量 Content of soluble sugar/%
CBN1	222.98a	1.79bc	2.21a
CBN2	219.75a	1.58c	2.25a
CBN3	245.29a	1.99ab	2.24a
CBM	225.71a	2.33a	2.04a

注:在同一列中的平均数据用邓肯多重比较,凡尾部标有不同字母的数值表示其间差异显著( $P < 0.05$ ),下同。

Note: Means in the same vertical column with the same letter are not significant difference at 5% level, the same below.

### 2.5 铜基营养保护剂对“红富士”果实中矿质元素含量的影响

由表2可知,由于CBM含铜量最高,其果实中全铜

含量显著高于其它处理 39.2%~49.2%，而含锌的 CBN3 处理果实内锌的含量显著高于其它处理 61.1%~142.4%，同时 CBN2 果实内铁的含量比 CBN3 和 CBM 高 28.1%和 33.2%，均达到了显著水平。由此可见，CBN2 和 CBN3 可以在减少果实铜含量的同时，增加果实铁、锌等微量元素的含量。而各处理果实氮、磷、钾含量存在着显著差异，除了与喷施不同处理的铜基营养保护剂有关，还可能与试验地过去几年施肥种类不完全一致有关。

表 2 不同铜制剂处理对果实中  
矿质元素含量的影响

Table 2 Effects of different treatments on  
content of mineral elements of apple fruits

处理 Treatments	氮 N/%	磷 P/%	钾 K/%	铜 Cu /mg·kg <sup>-1</sup>	锌 Zn /mg·kg <sup>-1</sup>	铁 Fe /mg·kg <sup>-1</sup>
CBN1	1.007b	0.070b	0.591a	4.446b	9.774c	84.634a
CBN2	1.673a	0.160a	0.641a	4.700b	12.581b	85.565a
CBN3	0.946b	0.148a	0.587a	4.383b	20.266a	66.793b
CBM	1.662a	0.157a	0.599a	6.541a	8.361c	64.253b

## 2.6 铜基营养保护剂对“红富士”不同时期叶片矿质元素含量的影响

由表 3 可知，由 7 月 16 日数据分析，传统波尔多液处理(CBM)的叶片内铜含量达到了 160.320 mg/kg，显著高于其它处理，因为此阶段，果树叶片在生长发育旺盛时期，含大量铜的 CBM 的喷施，使叶片内铜含量大大增加，而在 8 月 12 日果实发育中和 10 月 15 日收获时期采集的叶片中，CBM 叶片含铜量也一直大大高于其它处理，造成了大量铜的残存。前人研究表明，铜对于植株

表 3 不同铜制剂对不同时期叶片中  
矿质元素含量的影响

Table 3 Effects of different treatments on  
content of mineral elements in apple leaves at different time

日期 Date	处理 Treatments	氮 N/%	磷 P/%	钾 K/%	铜 Cu /mg·kg <sup>-1</sup>	锌 Zn /mg·kg <sup>-1</sup>	铁 Fe /mg·kg <sup>-1</sup>
7.16	CBN1	3.867b	0.251b	0.892a	48.240b	72.050a	23.524ab
	CBN2	4.343b	0.342ab	0.715b	45.920b	79.854a	26.527a
	CBN3	4.259b	0.443a	0.759b	42.730b	63.286a	19.568bc
	CBM	7.523a	0.317b	0.843a	160.320a	77.874a	19.028c
8.12	CBN1	4.230a	0.667a	0.796ab	55.770b	75.448b	19.318a
	CBN2	4.010a	0.403b	0.806a	56.990b	72.548b	18.356a
	CBN3	4.781a	0.541ab	0.610b	41.610b	93.009a	19.129a
	CBM	3.838a	0.569ab	0.848a	178.010a	92.662a	21.239a
10.15	CBN1	4.242a	0.438a	0.931a	59.990b	106.190a	24.929a
	CBN2	5.184a	0.505a	0.902a	65.220b	100.872a	21.789a
	CBN3	3.860a	0.556a	0.851a	65.010b	115.489a	22.295a
	CBM	4.718a	0.666a	0.852a	194.870a	100.652a	27.617a

吸收铁具有拮抗作用<sup>[13]</sup>，因此在叶片生长发育旺盛时期，CBN2 叶片内铁含量最高，CBM 铁含量较 CBN1 和 CBN2 低 19.1%和 28.3%，均达到了显著水平，而从 8 月 12 日即果实发育时期的数据可以看出，由于硼锌对于果实发育具有显著作用，因此 CBN3 叶片中锌含量比 CBN1 和 CBN2 高 23.3%和 28.2%。果树在生长旺盛时期和果实发育时期各处理叶片内氮、磷、钾含量未表现出规律性的差异。在最后果实收获时期，由于此时叶片功能已经基本结束，各处理叶片各矿质元素含量基本趋于一致。

## 3 结论与讨论

铜基营养保护剂与传统波尔多液在果树病情防疫上效果相当，喷施铜基营养保护剂没有减低果实产量及品质，但增加了果实内微量营养成分含量，铜基营养保护剂与传统波尔多液相比，可使铜残存量大大降低且使用方便，成本低等优势，含微量元素的铜基营养保护剂对果树不同生育时期铁、锌的吸收具有一定的促进作用，理论上新型铜基营养保护剂对于果树缺素症状能起到一定的缓解和矫正作用，但在实践上还需要进一步研究和试验证明。因此该研究表明，将不同种类的铜基营养保护剂依据果树不同生育时期的需要配合使用，可以替代传统波尔多液进行推广应用。

## 参考文献

- [1] 李贵深,陈树民.“绿得保”保护性杀菌剂的研制与开发[J].河北农业大学学报,1996,19(3):43-45.
- [2] 刘润进,祝军,周爱琴.苹果缺铁黄叶病的调查及纠正方法的试验[J].烟台果树,1995(3):51.
- [3] 沈隽.果树的矿质营养和施肥[J].园艺学报,1980,2(7):47-56.
- [4] 宇万太,朱先进,周桦,等.不同施肥模式下土壤微量元素变化与转化特征[J].生态学杂志,2010,29(4):711-716.
- [5] 段路路,张民,杨越超,等.波尔多液营养保护剂对石灰性土壤铜、铁有效性及花生产量的影响研究[J].水土保持学报,2006,20(3):47-50.
- [6] 土壤农化分析.鲍士旦[M].3版.北京:中国农业出版社,2008.
- [7] 李晓军,张勇,曲健禄,等.波尔多液等不同杀菌剂防治苹果褐斑病和果实轮纹病试验[J].落叶果树,1999(1):1-2.
- [8] 艾天成,李方敏,周治安,等.作物叶片叶绿素含量与 SPAD 值相关性研究[J].湖北农学院学报,2000,20(1):6-8.
- [9] Pierson E E,Clark R B.Ferrous iron determination in plant tissue [J].J Plant Nutrition,1984,7(1-5):107-116.
- [10] Terry N. Physiology of trace element toxicity and its relation to iron stress [J].J Plant Nutrition,1981,3(1-4):561-578.
- [11] 姚延涛,王惠恭,冯慧春.华北落叶松铜、钼元素含量及抗坏血酸氧化酶活性[J].山西农业大学学报,1997,17(4):325-329.
- [12] 王凤文.微量元素 Ca、Zn、Fe 对草莓产量与品质的影响[J].白城师范学院学报,2009,23(3):66-70.
- [13] 王清连,宋金耀,杨晓玲.植物生理生化[M].1版.北京:中国科学技术出版社,1999.

# 阿克苏地区枣树冻害调查分析

党 瑞 红<sup>1</sup>, 李 新 祥<sup>2</sup>, 黄 爱 荣<sup>3</sup>, 孙 世 国<sup>4</sup>

(1. 阿克苏职业技术学院, 新疆 阿克苏 843000; 2. 阿克苏市林业局, 新疆 阿克苏 843000;  
3. 阿克苏地区气象局, 新疆 阿克苏 843000; 4. 阿克苏地区林科所, 新疆 阿克苏 843000)

**摘 要:**以阿克苏地区主栽品种‘灰枣’和‘骏枣’为对象, 发芽后进行冻害调查, 根据冻害发生率, 分析气象因素、树龄、品种、养分和水分管理对枣树冻害的影响效应, 以解决阿克苏地区枣树安全越冬问题, 明确生长季节影响枣树冻害发生的主要原因, 为生产管理提供科学依据。结果表明: 低温的过早来临、持续低温、极端低温是枣树冻害的直接原因; 树龄越低冻害发生率越高; 在阿克苏地区的主栽品种中, ‘骏枣’抗寒性高于‘灰枣’, 重视铁、锰、锌等微量元素肥料的施用、10月下旬前完成冬灌有利于提高枣树的抗寒性。冻后补救有利于恢复树势, 最大限度的降低经济损失。

**关键词:**阿克苏地区; ‘灰枣’; ‘骏枣’; 冻害; 低温

**中图分类号:**S 665.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)23-0018-05

枣树是我国特有的果树资源, 其喜光好温、抗逆性强, 近年来, 随着人们对枣果营养和药用价值的深入认识, 枣树的栽培面积不断扩大。阿克苏地区地处天山南麓, 塔克拉玛干大沙漠北缘, 属暖温带大陆性气候, 年日照时数 2 750~3 029 h, 无霜期 169~249 d,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  的年

积温为 3 800~4 200 $^{\circ}\text{C}$ , 年均气温 9.9~11.5 $^{\circ}\text{C}$ , 是我国绿色食品生产基地, 适宜红枣生产, 截至 2010 年, 阿克苏地区红枣种植面积已达 13.33 万  $\text{hm}^2$ <sup>[1]</sup>。但安全越冬是阿克苏地区红枣产业发展的一大障碍, 2002/2003、2007/2008、2010/2011、2011/2012 年度均有不同程度的冻害发生; 2008 年 1~2 月阿克苏地区红枣嫁接苗木受冻面积达 267  $\text{hm}^2$ , 经济损失 6 720.4 万元, 直播酸枣受冻面积 20 000  $\text{hm}^2$ , 受冻 900 万株, 受冻率 5%, 经济损失 720 万元<sup>[2]</sup>。2010/2011 年度 1~4 a 幼树冻害率达 36.32%, 酸枣直播苗冻害率达 1.5%。2011/2012 年度 1~4 a 幼树冻害率达 68.32%, 酸枣直播苗冻害率达

**第一作者简介:**党瑞红(1978-), 女, 新疆人, 硕士, 讲师, 研究方向为植物逆境生理。E-mail: drh34@126.com.

**基金项目:**新疆维吾尔自治区高校科研计划资助项目(XJEDU2008158)。

**收稿日期:**2012-08-22

## Effects of Copper-Based Nutrition Protective Powder on Apple Growth and Fruit Quality

LIU Bei<sup>1</sup>, MA Qiang<sup>2</sup>, SUN Yao<sup>1</sup>, XU Rui<sup>1</sup>, ZHANG Min<sup>1</sup>

(1. National Engineering Laboratory for Efficient Utilization of Soil and Fertilizer Resources, National Engineering and Technology Research Center for Slow and Controlled Release Fertilizers, College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018; 2. Dezhou Academy of Agricultural Sciences, Dezhou, Shandong 253000)

**Abstract:** With copper base nutrition protective agent(CBN1), iron-copper base nutrition protective agent(CBN2), boron-zinc-copper base nutrition protective agent(CBN3) as materials, the effects of CBN on apple fruit quality were investigated by field experiment on apple tree compared to conventional Bordeaux Mixture (CBM). The results showed that CBN had the same disease resisting ability with CBM, and did not make the yield and quality reduce. Copper content in leaves and fruit was significantly reduced by CBN. Moreover, copper-based nutrition protective powder with iron (CBN2), with boron and zinc (CBN3) supplied iron and zinc during different growth stages, and the contents of iron and zinc in fruit were also increased. Overall, CBN could replace CBM effectively during all the growth stages of apple tree.

**Key words:** copper-based nutrition protective powder (CBN); conventional bordeaux mixture (CBM); apple; quality; trace elements